

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

**PRIORITY  
DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



REC'D 13 MAY 2004

WIPO

PCT

## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 103 17 428.1

**Anmeldetag:** 15. April 2003

**Anmelder/Inhaber:** Ruhrgas Aktiengesellschaft, 45138 Essen/DE

**Bezeichnung:** Vorrichtung und Verfahren zum optischen Abtasten  
von Medien oder Objekten

**IPC:** G 02 B, G 01 N

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-  
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 19. April 2004  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident

Im Auftrag

Faust

## **Vorrichtung und Verfahren zum optischen Abtasten von Medien oder Objekten**

5 Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zum optischen Abtasten von Medien oder Objekten.

Derartige Vorrichtungen bzw. Verfahren werden beispielsweise in optischen Fernerkundungssystemen für Gase, insbesondere Methan angewendet. Hier wird Lichtstrahlung aus einer Lichtquelle, in der Regel Laserstrahlung über einer zu erkundende Zielfläche ausgesandt und mit reflexiven oder refraktiven Elementen, insbesondere Teleskopen auf einen oder mehrere Empfangssystemen bzw. Detektoren gebündelt. Um eine hohe Empfindlichkeit zu erzielen, werden größere optische Aperturen (bis zu einigen zehn Zentimetern) eingesetzt. Soll jetzt das Gesichtsfeld des Empfangssystems schnell über eine Fläche bewegt werden (z.B. 10 zur Kartierung der Fläche), so muss entweder das Empfangssystem entsprechend schnell bewegt werden oder das Gesichtsfeld mittels einer geeigneten Einrichtung 15 ausgerichtet werden. Der Öffnungswinkel des Scanbereichs kann mehrere Grad betragen.

Die Bewegung des Empfangssystems kommt meist aufgrund ihrer mechanischen 20 Dimensionen und der sich daraus ergebenden Probleme der benötigten Antriebe nicht in Frage. Für kleine optische Aperturen (kleiner 1 cm) können Umlenkspiegel eingesetzt werden, die mit Piezo-Elementen angetrieben werden. Für größere Aperturen verbunden mit größeren Scanwinkeln kommt dieses Verfahren nicht in 25 Frage, da derartige Piezo-Elemente nicht verfügbar sind.

30 Bekannt ist der Einsatz von motorgetriebenen Umlenkspiegeln, die den Lichtstrahl in der Regel um 90° umlenken. Werden diese Umlenkspiegel um die Strahlrichtungssachse gedreht, so kann damit eine eindimensionale Abtastung auf der Zielfläche erfolgen. Durch Einsatz eines zweiten motorgetriebenen Umlenkspiegels, der den Strahl aus der durch die Strahlen des durch den ersten Umlenkspiegels definierten Ebene senkrecht herauslenkt, kann die Zielfläche in zwei Dimensionen abgetastet werden.

Der Nachteil des bekannten Verfahrens ist neben der Notwendigkeit von zwei motorgetriebenen Umlenkspiegeln die schnelle Bewegungsumkehr der Spiegel, um

eine begrenzte Fläche abzutasten. Diese schnelle Bewegungsumkehr sorgt für eine sehr hohe mechanische Belastung aller Komponenten und erfordert sehr starke Antriebe für die Umlenkspiegel, um die notwendigen starken Beschleunigungen zu erzielen. Darüber hinaus werden durch die starken Beschleunigungen Vibrationen in 5 das Meßsystem eingebracht, die sich möglicherweise nachteilig auswirken können.

Die Aufgabe der Erfindung besteht demgemäß darin, eine Vorrichtung bzw. ein Verfahren der eingangs genannten Art zu schaffen, mit der die beschriebenen Nachteile vermieden werden.

Die Aufgabe wird mit einer Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruches 1 und 10 gelöst. Verfahrenstechnisch wird die Aufgabe mit einem Verfahren nach Anspruch 9 gelöst.

Die Erfindung ist dann besonders vorteilhaft, wenn Flächen optisch mit großer Apertur abgetastet werden müssen.

Das Verfahren kann beispielsweise in optischen Fernerkundungssystemen 15 eingesetzt werden, bei denen kleine Lichtmengen mittels eines Teleskopspiegels eingefangen werden. Die Vorteile des Systems liegen in einer schnellen Abtastung beispielsweise einer Zielfläche.

Die Erfindung beruht auf einem rotierenden Umlenkspiegel, der das Licht um ca. 90° ablenkt. Die Rotationsachse des Umlenkspiegels ist dabei gegen die Spiegelachse 20 geneigt. Liegen Spiegel- und Rotationsachse übereinander, so wird der Strahl immer in die gleiche Richtung abgelenkt, es findet keine flächige Abtastung statt. Verkippt man die Rotationsachse gegen die Spiegelachse, so beschreibt der Strahl auf der Zielfläche eine Ellipse.

Im einfachsten Falls ist der Verkippungswinkel fest vorgegeben. Vorzugsweise ist der 25 Winkel zwischen der Spiegelnormalen, das ist die Senkrechte auf der Spiegelfläche und der Rotationsachse verstellbar.

Besonders vorteilhaft ist die kontinuierliche Änderung des Verkippungswinkels. Diese führt zu einer flächigen Überdeckung der Zielfläche durch den Strahl, da in diesem Fall der Strahl eine elliptische Spiralbahn auf der Zielfläche beschreibt. Durch 30 Anpassung der Rotationsgeschwindigkeit bzw. der Geschwindigkeit der Änderung des Verkippungswinkels kann die flächige Überdeckung des Strahls auf der Zielfläche angepasst werden.

Der Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens ist, dass das Scannen durch eine schnelle gleichförmige Bewegung (Rotation des Umlenkspiegels) zusammen mit einer langsamen kontinuierlichen Bewegung (Verkipfung des Umlenkspiegels) erzielt wird. Hierdurch werden auch für hohe Abtastgeschwindigkeiten nur relativ

5 kleine Antriebe benötigt.

Durch die Verkipfung der Umlenkspiegelachse gegen die Rotationsachse werden dynamische Unwuchtmomente auf das System übertragen, die zu starken Vibrationen führen können. Um diese zu verhindern, sind verschiedene Maßnahmen möglich um die dynamische Unwucht zu kompensiert.

10 Vorzugsweise ist der Umlenkspiegel so geformt ist, dass die Rotationsachse identisch mit einer Hauptträgheitsachse des Umlenkspiegels ist.

Alternativ wird im Rahmen der Erfindung vorgeschlagen, dass mindestens ein mechanisches Bauteil derart auf den Umlenkspiegel einwirkt, dass die Rotationsachse identisch mit einer Hauptträgheitsachse des Umlenkspiegels ist.

15 Besonders vorteilhaft ist, dass der Umlenkspiegel mit mindestens einem Ausgleichsmasse-Element versehen ist, derart, dass die Rotationsachse identisch, kollinear oder parallel zur Rotationsachse ist.

Erfindungsgemäß ist das Ausgleichsmasse-Element mittels eines Antriebes verkippbar ist.

20 Vorrichtungstechnisch vorteilhaft ist, wenn der Umlenkspiegel und Ausgleichsmasse-Element mit dem selben Antrieb verkippt werden.

Vorzugsweise ist das Ausgleichsmasse-Element als Ring ausgebildet ist, der konzentrisch den Umlenkspiegel umgibt.

25 Hierzu kann beispielsweise ein Metallring eingesetzt werden, in dessen Zentrum der Umlenkspiegel sitzt. Ist der Umlenkspiegel nicht verkippt, so befindet sich auch dieser Ring in der Ebene des Umlenkspiegels. Wird der Umlenkspiegel um eine Achse senkrecht zur Umlenkspiegelnormale verkippt, so wird der Ring um die gleiche Achse in entgegengesetzter Richtung gekippt. Bei entsprechender Auslegung des Rings sowie der Verstellung kann auf diese Weise die dynamische

30 Unwucht des verkippten Umlenkspiegels vollständig kompensiert werden

Liegt die Verkippungsachse nicht im Schwerpunkt des Umlenkspiegels, so werden durch die Verkippung zusätzlich statische Unwuchtmomente erzeugt. Diese können entweder durch statische Auswuchtung oder ebenfalls durch die Ausgleichsmasse kompensiert werden.

5 Die Erfindung wird in Folgenden anhand einem Ausführungsbeispiels erläutert.

Fig.1 zeigt eine Vorrichtung zum Umlenken von Lichtstrahlung in einem helikopterbasierten Lasersystem zur Detektion von Lecks in Gaspipelines.

Das System ist in der Lage, aus einer Flughöhe von 100 m einen ca. 20 m breiten Streifen rechts und links der Pipeline nach Methan suchend abzutasten. Dazu werden vom System Laserpulse ausgesandt, die sich auf dem Beobachtungsstreifen verteilen sollen. Das vom Boden zurückgestreute Licht wird mit einem Teleskop gesammelt und auf einen geeigneten Detektor fokussiert. Der Sendestrahl wird koaxial zur Achse des Empfangsteleskops ausgesandt.

15 Im Weg des Sendestrahls befindet sich ein rotierender Umlenkspiegel 1. Durch die Änderung der Verkippung des Umlenkspiegels 1 kann die Breite des abzutastenden Sektors an die Anforderungen aufgrund der Topografie der Zielfläche eingestellt werden. Durch die Überlagerung des Scannens mit der Flugbewegung liegen die Messpunkte auf einer Zykloiden. Der Umlenkspiegel 1 ist konzentrisch von einem Ausgleichsmasse- Element in Form eines Metallringes 2 umgeben. Die Kippachse ist 20 mit 3 bezeichnet. Die Hauptträgheitsachse ist mit 4 bezeichnet. Die Drehung findet um die Rotationsachse 5 statt. Die Strahlung ist 6 bezeichnet. Es findet eine Umlenkung um im wesentlichen 90° statt. Es wird sowohl die Sendestrahlung als auch der Empfangsstrahlung umgelenkt.

## Patentansprüche

1. Vorrichtung zum optischen Abtasten von Medien oder Objekten, mit einem Umlenkspiegel zum Umlenken von Lichtstrahlung, wobei der Umlenkspiegel mit einem Antrieb verbunden ist, dadurch gekennzeichnet, dass der Umlenkspiegel rotierbar ist, wobei die Rotationsachse gegenüber der Spiegelnormalen gekippt ist.  
5
2. Vorrichtung nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet, dass der Winkel zwischen der Spiegelnormalen und der Rotationsachse mittels eines zweiten Antriebs verstellbar ist.  
10
3. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 oder 2,  
dadurch gekennzeichnet, dass der Umlenkspiegel so geformt ist, dass die Rotationsachse identisch mit einer Hauptträgheitsachse des Umlenkspiegels ist.  
15
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüchen 1 oder 2,  
dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein mechanisches Bauteil derart auf den Umlenkspiegel einwirkt, dass die Rotationsachse identisch mit einer Hauptträgheitsachse des Umlenkspiegels ist.  
20
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüchen 1 oder 2,  
dadurch gekennzeichnet, dass der Umlenkspiegel mit mindestens einem Ausgleichsmasse-Element versehen ist, derart, dass die Rotationsachse identisch, kollinear oder parallel zur Rotationsachse ist.  
25
6. Vorrichtung nach den Ansprüchen 1 und 5,  
dadurch gekennzeichnet, dass das Ausgleichsmasse-Element mittels eines Antriebes verkippbar ist.  
30
7. Vorrichtung nach Anspruch 5 ,  
dadurch gekennzeichnet, dass der Umlenkspiegel und Ausgleichsmasse-Element mit dem selben Antrieb verkippt werden.

8. Vorrichtung nach den einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Ausgleichsmasse-Element als Ring ausgebildet ist, der konzentrisch den Umlenkspiegel umgibt.
9. Verfahren zum optischen Abtasten von Medien oder Objekten, mit einem Umlenkspiegel zum Umlenken von Lichtstrahlung, wobei der Umlenkspiegel mit einem Antrieb verbunden ist, dadurch gekennzeichnet, dass der Umlenkspiegel rotiert, wobei die Rotationsachse gegenüber der Spiegelnormalen gekippt ist und wobei gleichzeitig der Kippwinkel kontinuierlich verändert wird.
- 5 10. 10. Anwendung des Verfahrens nach Anspruch 10 bei der Fernerkundung von Gasen, insbesondere Methan durch Befliegung einer Trasse einer Gaspipeline.

Fig. 1

